



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001102321 A**(43) Date of publication of application: **13.04.01**

(51) Int. Cl.

H01L 21/26
H01L 21/205
H01L 21/22

(21) Application number: **11264085**(22) Date of filing: **17.09.99**(71) Applicant: **APPLIED MATERIALS INC**

(72) Inventor: **KAWAI ICHIRO**
MAEDA YUJI

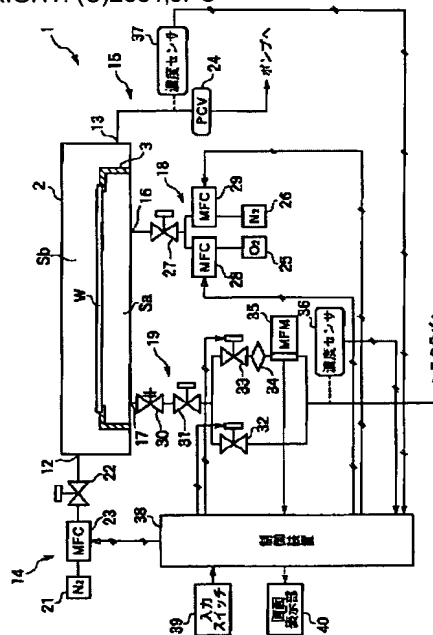
(54) **SEMICONDUCTOR MANUFACTURING
 APPARATUS AND SUBSTRATE- HEATING
 METHOD THEREIN**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a substrate-heating method in a semiconductor manufacturing device, capable of suppressing generation of diffuse material from the substrate.

SOLUTION: First of all, a wafer W is transported into a processing chamber 2 and fixed with a substrate support 2. Then, a process gas is supplied in a space Sb at the front side of the wafer, and at the same time a gas containing oxygen is supplied in a space Sa at the back side of the wafer. Substantially at the same time, the wafer is rotated and a plurality of heating lamps are turned on. The temperature of the wafer rises and silicon oxide layer SiO₂ is formed when it reaches a predetermined level, resulting in suppressing external diffuse from the back side of the wafer W, such as sublimation of silicon oxide SiO₂, generation of phosphorus, and the like.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-102321
(P2001-102321A)

(43) 公開日 平成13年4月13日 (2001.4.13)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 L 21/26		H 0 1 L 21/205	5 F 0 4 5
21/205		21/22	5 0 1 G
21/22	5 0 1	21/26	G
			T
			F
審査請求 未請求 請求項の数22 O L (全 14 頁)			

(21) 出願番号 特願平11-264085

(22) 出願日 平成11年9月17日 (1999.9.17)

(71) 出願人 390040660

アプライド マテリアルズ インコーポレ
イテッド

APPLIED MATERIALS, I
NCORPORATED

アメリカ合衆国 カリフォルニア州
95054 サンタ クララ パウアーズ ア
ベニュー 3050

(74) 代理人 100088155

弁理士 長谷川 芳樹 (外2名)

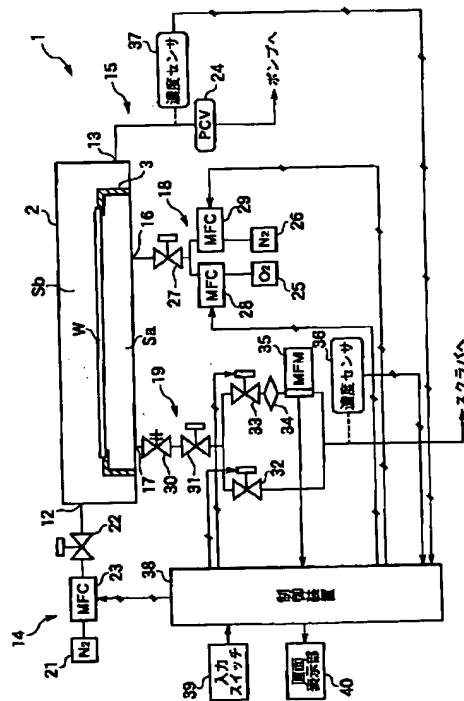
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体製造装置における基板加熱方法及び半導体製造装置

(57) 【要約】

【課題】 基板から生じる拡散物質を低減することができる半導体製造装置における基板加熱方法及び半導体製造装置を提供する。

【解決手段】 熱処理装置1によりウェハWの熱処理を行う場合、まずウェハWを処理チャンバ2内に搬送して基板支持部材3に保持する。続いて、処理チャンバ2内におけるウェハ表面側空間Sbにプロセスガスを供給すると共に、ウェハ裏面側閉空間Saに酸素含有ガスを供給する。これとほぼ同時に、ウェハWを回転させると共に、複数の加熱ランプ9を点灯させる。すると、ウェハWの温度が上昇していき、所定温度に達すると、ウェハWの裏面に酸化膜SiO₂が形成される。これにより、SiOの昇華やリン等の発生といったウェハWの裏面からの外部拡散が低減される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 処理チャンバと、この処理チャンバ内に設置され基板を支持する基板支持部材と、この基板支持部材に支持された前記基板を加熱する加熱部材とを備え、前記基板支持部材に前記基板が支持されたときに、前記基板の裏面側に実質的に閉じられた閉空間が形成される半導体製造装置における基板加熱方法であって、前記基板支持部材に前記基板を支持した後、第1のガスを前記処理チャンバ内における前記閉空間の外部に供給すると共に、前記基板の裏面に改質層を形成するための改質層形成用ガスを含む第2のガスを前記閉空間内に供給するステップと、

前記基板支持部材に支持された前記基板を前記加熱部材により加熱するステップとを含む基板加熱方法。

【請求項2】 前記第2のガスを前記閉空間内に供給するときに、前記閉空間内に供給される前記第2のガスの流量を前記閉空間内から排出されるガスの流量よりも少なくする請求項1記載の基板加熱方法。

【請求項3】 前記第2のガスを前記閉空間内に供給するときに、前記閉空間内から排出されるガスの流量を検出し、前記閉空間内からのガスの排出流量と前記閉空間内への前記第2のガスの供給流量との差が所定範囲内に入るように調整する請求項1または2記載の基板加熱方法。

【請求項4】 前記閉空間内から排出されるガス中の前記改質層形成用ガスの濃度を検出し、当該改質層形成用ガスの濃度が所定範囲内でないときには、前記基板の加熱を中止する請求項1～3のいずれか一項記載の基板加熱方法。

【請求項5】 前記処理チャンバ内における前記閉空間の外部から排出されるガス中の前記改質層形成用ガスの濃度を検出し、当該改質層形成用ガスの濃度が所定値を超えると、前記基板の加熱を中止する請求項1～4のいずれか一項記載の基板加熱方法。

【請求項6】 前記改質層形成用ガスとして O_2 ガスを使用し、前記改質層として酸化膜を形成する請求項1～5のいずれか一項記載の基板加熱方法。

【請求項7】 前記改質層形成用ガスとして NH_3 ガス、 NO ガス、 N_2O ガスのいずれを使用し、前記改質層として窒化膜または酸窒化膜を形成する請求項1～5のいずれか一項記載の基板加熱方法。

【請求項8】 前記第2のガスとして、前記改質層形成用ガスと前記第1のガスとを含むガスを使用する請求項1～7のいずれか一項記載の基板加熱方法。

【請求項9】 前記第2のガスとして、前記改質層形成用ガスと N_2 ガスとを含むガスを使用する請求項1～7のいずれか一項記載の基板加熱方法。

【請求項10】 前記半導体製造装置は熱処理装置である請求項1～9のいずれか一項記載の基板加熱方法。

【請求項11】 処理チャンバと、この処理チャンバ内

に設置され基板を支持する基板支持部材と、この基板支持部材に支持された前記基板を加熱する加熱手段と、前記基板支持部材に前記基板が支持されたときに、前記基板の裏面側に形成される、実質的に閉じられた閉空間を利用して前記基板の温度を検出するセンサ手段とを備えた半導体製造装置における基板加熱方法であって、前記処理チャンバ内に導入された前記基板を前記基板支持部材に支持することにより前記閉空間を形成するステップと、前記基板の裏面に改質層を形成するための改質層形成用ガスを含むガスを前記閉空間内に供給するステップとを含む基板加熱方法。

【請求項12】 処理チャンバと、この処理チャンバ内に設置され基板を支持する基板支持部材と、この基板支持部材に支持された前記基板を加熱する加熱手段とを備え、前記基板支持部材に前記基板が支持されたときに、前記基板の裏面側に実質的に閉じられた閉空間が形成される半導体製造装置であって、第1のガスを前記処理チャンバ内における前記閉空間の外部に供給するための第1のガス供給手段と、前記基板の裏面に改質層を形成するための改質層形成用ガスを含む第2のガスを前記閉空間内に供給するための第2のガス供給手段とを備える半導体製造装置。

【請求項13】 前記第2のガス供給手段は、前記閉空間内から排出されるガスの流量を調整するバルブ手段を有する請求項12記載の半導体製造装置。

【請求項14】 前記第2のガス供給手段は、前記閉空間内に供給される前記第2のガスの流量を制御する供給流量制御手段を有する請求項12または13記載の半導体製造装置。

【請求項15】 前記閉空間内から排出されるガスの流量を検出する流量検出手段と、前記流量検出手段の検出値に基づいて、前記閉空間内から排出されるガスの流量と前記閉空間内に供給される前記第2のガスの流量との差が所定範囲内に入るように前記供給流量制御手段を制御する手段とを更に備える請求項14記載の半導体製造装置。

【請求項16】 前記第2のガス供給手段は、前記閉空間内から排出されるガスの流れをオン・オフする第1の開閉弁と、前記第1の開閉弁に並列に接続され、前記閉空間内から排出されるガスの流れをオン・オフする第2の開閉弁とを有し、前記流量検出手段は、前記第2の開閉弁の下流側に接続されている請求項15記載の半導体製造装置。

【請求項17】 前記第1の開閉弁及び前記第2の開閉弁のいずれか一方が開状態のときは他方が閉状態になるように、前記第1の開閉弁及び前記第2の開閉弁の開閉を設定する設定手段を更に備える請求項16記載の半導体製造装置。

【請求項18】 前記閉空間内から排出されるガス中の

前記改質層形成用ガスの濃度を検出する手段と、その検出値に基づいて前記改質層形成用ガスの濃度が所定範囲内にあるかどうかを判断し、当該濃度が所定範囲内になると判断されると、プロセス中止信号を出力する手段を更に備える請求項12～17のいずれか一項記載の半導体製造装置。

【請求項19】 前記処理チャンバ内における前記閉空間の外部から排出されるガス中の前記改質層形成用ガスの濃度を検出する手段と、その検出値に基づいて前記改質層形成用ガスの濃度が所定値を超えたかどうかを判断し、当該濃度が所定値を超えたと判断されると、プロセス中止信号を出力する手段を更に備える請求項12～18のいずれか一項記載の半導体製造装置。

【請求項20】 プロセス状況を表示する表示手段を更に備える請求項12～19のいずれか一項記載の半導体製造装置。

【請求項21】 前記処理チャンバは、前記閉空間を形成し且つセンサが設置されたセンサ設置領域をもったベース部を有し、前記第2のガス供給手段は、前記ベース部に設けられ、前記第2のガスを前記閉空間内に供給するためのガス供給口と、前記ベース部に設けられ、前記第2のガスを前記閉空間内から排出するためのガス排出口とを有し、前記ガス供給口と前記ガス排出口との間に前記センサ設置領域が設けられている請求項12～20のいずれか一項記載の半導体製造装置。

【請求項22】 処理チャンバと、この処理チャンバ内に設置され基板を支持する基板支持部材と、この基板支持部材に支持された前記基板を加熱する加熱手段と、前記基板支持部材に前記基板が支持されたときに、前記基板の裏面側に形成される、実質的に閉じられた閉空間を利用して前記基板の温度を検出するセンサ手段と、前記基板の裏面に改質層を形成するための改質層形成用ガスを含むガスを前記閉空間内に供給するガス供給手段とを備える半導体製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体ウェハ（基板）の加熱を行う半導体製造装置における基板加熱方法及び半導体製造装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 半導体製造装置の1つである熱処理装置は、例えば、処理チャンバと、この処理チャンバ内に設置され、半導体ウェハを支持する回転可能な基板支持部材と、この基板支持部材の上方に配置され、基板支持部材に支持された半導体ウェハを加熱する加熱ランプと、処理チャンバのベース部に設けられ、半導体ウェハの温度を光学的に検出する温度センサとを備えている。基板

支持部材としては、処理チャンバのベース部に取り付けられた円筒フレームと、この円筒フレームの上端に結合された支持用リングフレームとで構成されたものがある。このような熱処理装置においては、基板支持部材の支持用リングフレームに半導体ウェハが支持されたときには、半導体ウェハの裏面側に、ベース部と基板支持部材とウェハとで囲まれ、温度センサによる半導体ウェハの温度検出のために光学的に閉じられた閉空間が形成されるようになっている。

【0003】 上記の熱処理装置により半導体ウェハの熱処理を行う場合は、半導体ウェハを基板支持部材に支持した後、処理チャンバ内にプロセスガスを供給する。そして、基板を回転させると共に、温度センサにより半導体ウェハの温度を監視しながら、加熱ランプにより半導体ウェハを所定の温度まで加熱する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来技術においては、半導体ウェハの熱処理によりウェハから外部拡散が起り、その拡散物質が処理チャンバの壁部や温度センサ等の測定端子部等に付着するという不具合が生じていた。特に、ウェハ裏面からの拡散物質が温度センサの測定端子部に付着・堆積すると、温度センサによる温度測定の安定性が低下し、熱処理条件の温度再現性が損なわれ、結果としてプロセスの安定性が低下してしまう。

【0005】 本発明の目的は、基板から生じる拡散物質を低減することができる半導体製造装置における基板加熱方法及び半導体製造装置を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明者らは、鋭意検討を重ねた結果、基板（シリコンウェハ）の熱処理を行うと、基板の抵抗制御のために基板に添加されたリン、砒素、ボロン等のドーパントが発生すると共に、基板の表面に形成された自然酸化膜であるシリコン亜酸化物（ SiO ）が昇華することを見出し、本発明を完成するに至った。

【0007】 すなわち、上記の目的を達成するため、本発明は、処理チャンバと、この処理チャンバ内に設置され基板を支持する基板支持部材と、この基板支持部材に支持された基板を加熱する加熱部材とを備え、基板支持部材に基板が支持されたときに、基板の裏面側に実質的に閉じられた閉空間が形成される半導体製造装置における基板加熱方法であって、基板支持部材に基板を支持した後、第1のガスを処理チャンバ内における閉空間の外部に供給すると共に、基板の裏面に改質層を形成するための改質層形成用ガスを含む第2のガスを閉空間内に供給するステップと、基板支持部材に支持された基板を加熱部材により加熱するステップとを含む。

【0008】 なお、上記の半導体製造装置において、基板支持部材に基板が支持されているときには、閉空間内

が加圧されても基板の自重等により当該空間内が実質的に閉状態に維持され、閉空間内から改質層形成用ガスを含む第2のガスが漏れることはほとんど無く、たとえ漏れたとしても極少となるように構成されている。

【0009】このように改質層形成用ガスを含む第2のガスを閉空間内に供給することにより、基板の裏面に改質層が形成されるため、SiOの昇華といった基板裏面からの外部拡散が抑えられると共に、当該改質層によって基板に添加されたリン等のドーパントの基板裏面からの外部拡散も起こりにくくなる。したがって、基板の裏面から生じる拡散物質が低減される。

【0010】好ましくは、第2のガスを閉空間内に供給するときに、閉空間内に供給される第2のガスの流量を閉空間内から排出されるガスの流量よりも少なくする。これにより、処理チャンバ内における閉空間の外部に供給された第1のガスの一部が、基板と基板支持部材との間に形成された僅かな間隙等を介して閉空間内に引き込まれることになるため、閉空間内に供給された改質層形成用ガスが基板の表面側に回り込むことが防止される。

【0011】また、好ましくは、第2のガスを閉空間内に供給するときに、閉空間内から排出されるガスの流量を検出し、閉空間内からのガスの排出流量と閉空間内への第2のガスの供給流量との差が所定範囲内に入るように調整する。これにより、何らかの要因により、閉空間内から排出されるガスの流量が変動しても、閉空間内に供給される第2のガスの流量を上記のように調整することによって、改質層形成用ガスが基板の表面側に回り込むことが防止される。

【0012】さらに、好ましくは、閉空間内から排出されるガス中の改質層形成用ガスの濃度を検出し、当該改質層形成用ガスの濃度が所定範囲内でないときには、基板の加熱を中止する。これにより、改質層形成用ガスが基板の表面側に回り込んで基板の表面処理に悪影響を及ぼすことや、基板の裏面に形成される改質層の厚みが不十分になることが防止される。

【0013】また、処理チャンバ内における閉空間の外部から排出されるガス中の改質層形成用ガスの濃度を検出し、当該改質層形成用ガスの濃度が所定値を超えると、基板の加熱を中止してもよい。これにより、改質層形成用ガスが基板の表面処理に悪影響を及ぼすことが防止される。

【0014】例えば、改質層形成用ガスとしてO₂ガスを使用し、改質層として酸化膜を形成する。この場合、基板の裏面には、SiOの昇華を防ぐことが可能な酸化膜であるSiO₂が形成される。

【0015】また、改質層形成用ガスとしてNH₃ガス、NOガス、N₂Oガスのいずれを使用し、改質層として窒化膜または酸窒化膜を形成してもよい。例えば、改質層形成用ガスとしてNH₃ガスを使用した場合には、基板の裏面にはSi₃N₄が形成される。また、好ま

しくは、第2のガスとして、改質層形成用ガスと第1のガスとを含むガスを使用する。これにより、使用するガスが必要最小限で済み、低コスト化が図れる。

【0016】また、第2のガスとして、改質層形成用ガスとN₂ガスとを含むガスを使用してもよい。これにより、第2のガスのコストが安価になる。

【0017】例えば、半導体製造装置は熱処理装置である。これにより、熱処理装置による熱処理プロセスが安定して行える。

【0018】また、上記の目的を達成するため、処理チャンバと、この処理チャンバ内に設置され基板を支持する基板支持部材と、この基板支持部材に支持された基板を加熱する加熱手段と、基板支持部材に基板が支持されたときに、基板の裏面側に形成される、実質的に閉じられた閉空間を利用して基板の温度を検出するセンサ手段とを備えた半導体製造装置における基板加熱方法であって、処理チャンバ内に導入された基板を基板支持部材に支持することにより閉空間を形成するステップと、基板の裏面に改質層を形成するための改質層形成用ガスを含むガスを閉空間内に供給するステップとを含む。これにより、上述したように基板の裏面から生じる拡散物質を低減させることができる。

【0019】また、上記の目的を達成するため、本発明は、処理チャンバと、この処理チャンバ内に設置され基板を支持する基板支持部材と、この基板支持部材に支持された基板を加熱する加熱手段とを備え、基板支持部材に基板が支持されたときに、基板の裏面側に実質的に閉じられた閉空間が形成される半導体製造装置であって、第1のガスを処理チャンバ内における閉空間の外部に供給するための第1のガス供給手段と、基板の裏面に改質層を形成するための改質層形成用ガスを含む第2のガスを閉空間内に供給するための第2のガス供給手段とを備える。

【0020】このように第2のガス供給手段を設けることにより、基板の裏面に改質層を形成することができるため、上述したように、基板の裏面からのSiOの昇華やリン等の発生といった外部拡散を低減することができる。

【0021】好ましくは、第2のガス供給手段は、閉空間内から排出されるガスの流量を調整するバルブ手段を有する。これにより、例えば、閉空間内に供給される第2のガスの流量が閉空間内から排出されるガスの流量よりも少なくなるようにバルブ手段を調整することで、改質層形成用ガスが基板の表面側に回り込むことを防止することができる。

【0022】また、好ましくは、第2のガス供給手段は、閉空間内に供給される第2のガスの流量を制御する供給流量制御手段を有する。この場合には、供給流量制御手段を操作することによって、閉空間内に供給される第2のガスの流量を閉空間内から排出されるガスの流量

よりも少なくすることができる。

【0023】さらに、好ましくは、閉空間内から排出されるガスの流量を検出する流量検出手段と、流量検出手段の検出値に基づいて、閉空間内から排出されるガスの流量と閉空間内に供給される第2のガスの流量との差が所定範囲内に入るように供給流量制御手段を制御する手段とを更に備える。これにより、何らかの要因により、閉空間内から排出されるガスの流量が変動しても、改質層形成用ガスが基板の表面側に回り込むことが防止される。また、第2のガスの供給流量が所望の流量となるように自動制御されるため、オペレータの負担が軽減される。

【0024】この場合、好ましくは、第2のガス供給手段は、閉空間内から排出されるガスの流れをオン・オフする第1の開閉弁と、第1の開閉弁に並列に接続され、閉空間内から排出されるガスの流れをオン・オフする第2の開閉弁とを有し、流量検出手段は、第2の開閉弁の下流側に接続されている。この場合、通常は、第1の開閉弁を開、第2の開閉弁を閉とし、閉空間内からのガスを第1の開閉弁を介して排出し、第2のガスの供給流量の調整を必要とするときだけ、第1の開閉弁を閉、第2の開閉弁を開とし、閉空間内からのガスを第2の開閉弁を介して排出することによって、第2のガス供給手段のガス排出系に設けられた機器の寿命が長くなる。

【0025】この場合、好ましくは、第1の開閉弁及び第2の開閉弁のいずれか一方が開状態のときは他方が閉状態になるように、第1の開閉弁及び第2の開閉弁の開閉を設定する設定手段を更に備える。これにより、第1の開閉弁及び第2の開閉弁の両方をいちいち操作する必要がなくなり、オペレータの負担が軽減される。また、好ましくは、閉空間内から排出されるガス中の改質層形成用ガスの濃度を検出する手段と、その検出値に基づいて改質層形成用ガスの濃度が所定範囲内にあるかどうかを判断し、当該濃度が所定範囲内でないとは判断されると、プロセス中止信号を出力する手段を更に備える。このとき、プロセス中止信号が出力されたときには、少なくとも第2のガスの供給を停止するか、あるいは加熱手段による基板の加熱を停止することによって、改質層形成用ガスが基板の表面側に回り込んで基板の表面処理に悪影響を及ぼすことや、基板の裏面に形成される改質層の膜厚が不十分になることが防止される。

【0026】また、処理チャンバ内における閉空間の外部から排出されるガス中の改質層形成用ガスの濃度を検出する手段と、その検出値に基づいて改質層形成用ガスの濃度が所定値を超えたかどうかを判断し、当該濃度が所定値を超えたと判断されると、プロセス中止信号を出力する手段を更に備えていてもよい。このとき、プロセス中止信号が出力されたときには、少なくとも第2のガスの供給を停止するか、あるいは加熱手段による基板の加熱を停止することによって、改質層形成用ガスが基板

の表面処理に悪影響を及ぼすことを防止できる。

【0027】さらに、好ましくは、プロセス状況を表示する表示手段を更に備える。これにより、上記のプロセス中止信号が表示手段に出力されたときには、オペレータは表示手段を見て、プロセスが中止になったことを把握することができる。

【0028】また、好ましくは、処理チャンバは、閉空間を形成し且つセンサが設置されたセンサ設置領域をもったベース部を有し、第2のガス供給手段は、ベース部に設けられ、第2のガスを閉空間内に供給するためのガス供給口と、ベース部に設けられ、第2のガスを閉空間内から排出するためのガス排出口とを有し、ガス供給口とガス排出口との間にセンサ設置領域が設けられている。これにより、ベース部に設置されたセンサの上端部に閉塞物が存在しても、その閉塞物は第2のガスと一緒にガス排出口から排出されるため、センサによる測定の安定性が確保される。

【0029】また、上記の目的を達成するため、本発明の半導体製造装置は、処理チャンバと、この処理チャンバ内に設置され基板を支持する基板支持部材と、この基板支持部材に支持された基板を加熱する加熱手段と、基板支持部材に基板が支持されたときに、基板の裏面側に形成される、実質的に閉じられた閉空間を利用して基板の温度を検出するセンサ手段と、基板の裏面に改質層を形成するための改質層形成用ガスを含むガスを閉空間内に供給するガス供給手段とを備える。これにより、上述したように基板の裏面から生じる拡散物質を低減させることができる。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る半導体製造装置の好適な一実施形態について図面を参照して説明する。

【0031】図1は、本発明に係る半導体製造装置として熱処理装置の一部断面を示す斜視図であり、図2は、その熱処理装置の部分拡大断面図である。同図において、熱処理装置1は、シリコンウェハ（基板）Wを温度制御しながら熱処理を行う枚葉式急速加熱熱処理装置であり、ベース部2a、側壁部2b、蓋部2cとで構成された処理チャンバ2を備えている。

【0032】この処理チャンバ2内には、ウェハWを支持する基板支持部材3が設置されている。この基板支持部材3は、ベース部2aにベアリング4を介して回転自在に取り付けられた円筒フレーム5と、この円筒フレーム5の上端に設けられたリングフレーム6とからなっており、リングフレーム6の内側縁部には、ウェハWのエッジ部が支持される支持用段部6aが形成されている。ここで、ウェハWが基板支持部材3に支持された状態（図2）では、ウェハWの裏面側に、ベース部2aと基板支持部材3とウェハWとで囲まれた閉空間（以下、ウェハ裏面側閉空間という）Saが形成される。なお、リ

ングフレーム6の支持用段部6aにウェハWのエッジ部が載ったときには、構造上、ウェハWとリングフレーム6との間に若干の間隙が生じることがある。

【0033】ベース部2aの下部には、搬送ロボット（図示せず）により処理チャンバ2内に搬送されたウェハWを基板支持部材3に支持するためのリフト部材7が設けられている。このリフト部材7は、ベース部2aを貫通してウェハWを持ち上げる複数本（例えば3本）の支持ピン8を有している。

【0034】処理チャンバ2の蓋部2cの上方には、基板支持部材3に支持されたウェハWを加熱する複数の加熱ランプ9からなるランプ群9Gが配置されている。蓋部2cには円形のランプ用窓部Lwが設けられており、加熱ランプ9の熱はそのランプ用窓Lwを介してウェハWに伝えられる。また、ベース部2aには、ウェハWの温度を光学的に検出する温度センサ10が設けられている。この温度センサ10は、ベース部2aにおける基板支持部材3に囲まれた円形プレート11において、その中心と周縁の一部を含み所定の角度（例えば90度）をもった略扇形のセンサ設置領域内に複数組み込まれている。なお、上述したウェハ裏面側閉空間Saは光学的には完全な閉空間となっており、光学的温度センサ10による閉空間Saを利用したウェハWの温度検出が支障なく行える。

【0035】処理チャンバ2の側壁部2bには、ガス供給口12とガス排出口13とが対向して設けられている。ガス供給口12には、処理チャンバ2内におけるウェハ裏面側閉空間Saの外部（以下、ウェハ表面側空間という）Sbにプロセスガス（第1のガス）を供給するためのガス供給系14（図3参照）が接続されている。ガス排出口13には、ウェハ表面側空間Sb内のガスを処理チャンバ2の外部に排出するためのガス排出系15（図3参照）が接続されている。なお、プロセスガスとは、プロセスに使用されるガスのことであり、ここでは、窒素ガス（N₂ガス）が使用される。

【0036】ベース部2aの円形プレート11には、ガス供給口16及びガス排出口17が設けられている。ガス供給口16には、ウェハ裏面側閉空間Sa内に改質層形成用を含むガス（第2のガス）を供給するためのガス供給系18が接続され、ガス排出口17には、ウェハ裏面側閉空間Sa内のガスを処理チャンバ2の外部に排出するためのガス排出系19が接続されている。

【0037】ここで、改質層形成用ガスとしては、ウェハWの裏面に二酸化珪素SiO₂の改質層（化学的な保護膜）を形成するための酸素ガス（O₂ガス）が使用され、改質層形成用ガスを含むガスとしては、O₂ガスとN₂ガスの混合ガス（以下、酸素含有ガスという）が使用される。このように酸素含有ガスを、プロセスガスと同じN₂ガスを含むガスとすることにより、ウェハWの裏面への改質膜形成のための酸素濃度が必要最小限で済

むと共に、ウェハWの表面側に漏れた際に生じる被害が最少となる。また、本プロセスで使用するガスが2種類で済むため、低コスト化が図れる。

【0038】円形プレート11の周縁におけるセンサ設置領域を含む部位には、断面L字型の突起片20が設けられ、この突起片20の内側にガス供給口16が形成されている。また、ガス排出口17は、円形プレート11においてその中心からガス供給口16の反対側にわずかにずれた位置に形成され、ガス供給口16とガス排出口17との間にセンサ設置領域が設けられた構成となっている。これにより、ガス供給口16から導入された酸素含有ガスは、円形プレート11におけるセンサ設置領域全範囲の上方を通してガス排出口17から排出される。

【0039】ここで、ガス供給口12、ガス排出口13、ガス供給系14、ガス排出系15は、第1のガス（プロセスガス）を処理チャンバ2内における閉空間（ウェハ裏面側閉空間）Saの外部（ウェハ表面側空間）Sbに供給するための第1のガス供給手段を構成し、ガス供給口16、ガス排出口17、ガス供給系18、ガス排出系19は、基板Wの裏面に改質層を形成するための改質層形成用ガスを含む第2のガス（酸素含有ガス）を閉空間Sa内に供給するための第2のガス供給手段を構成する。

【0040】上記のプロセスガス及び酸素含有ガスの供給系の構成図を図3に示す。同図において、ガス供給系14は、窒素ガス供給源21と、処理チャンバ2のガス供給口12と窒素ガス供給源21との間に設けられ、窒素ガス供給源21からウェハ表面側閉空間Sb内に供給されるプロセスガスの流れをオン・オフするエアバルブ22と、ウェハ表面側閉空間Sb内に供給されるプロセスガスの流量を制御するマスフローコントローラ（MFC）23とを有している。ガス排出系15は、処理チャンバ2のガス排出口13に接続されたプレッシャコントロールバルブ（PCV）24を有し、このPCV24の二次側には排気ポンプが接続されている。

【0041】ガス供給系18は、酸素ガス供給源25及び窒素ガス供給源26と、処理チャンバ2のガス供給口16とガス供給源25、26との間に設けられ、これらのガス供給源25、26からウェハ裏面側閉空間Sa内に供給される酸素含有ガスの流れをオン・オフするエアバルブ27と、ウェハ裏面側閉空間Sa内に供給されるO₂ガス及びN₂ガスの流量をそれぞれ制御するMFC28、29とを有している。

【0042】ガス排出系19は、処理チャンバ2のガス排出口17に接続され、ウェハ裏面側閉空間Sa内から処理チャンバ2の外部に排出されるガスの流量を調整するニードルバルブ30と、このニードルバルブ30の二次側に接続され、ウェハ裏面側閉空間Sa内から排出されるガスの流れをオン・オフする主エアバルブ31と、この主エアバルブ31の二次側に並列に接続された補助

エアバルブ32、33と、補助エアバルブ33の二次側にフィルタ34を介して接続され、ウェハ裏面側閉空間S_a内から排出されるガスの流量を検出するマスフローメータ(MFM)35とを有している。補助エアバルブ32の二次側及びMFM35の下流側はスクラバとつながっており、ウェハ裏面側閉空間S_a内から排出されたガスはスクラバに送られる。なお、補助エアバルブ33とMFM35との間にフィルタ34を設けたのは、ガス中に含まれる粒子等がMFM35に入り込んで詰まることを防止するためである。

【0043】補助エアバルブ32及びMFM35とスクラバとの間のガス排出経路には、ウェハ裏面側閉空間S_a内から排出されるガス中の酸素濃度を検出する濃度センサ36が設けられている。また、処理チャンバ2のガス排出口13とPCV24との間のガス排出経路には、ウェハ表面側空間S_b内から排出されるガス中の酸素濃度を検出する濃度センサ37が設けられている。

【0044】上記のMFM35、濃度センサ36、37の検出値は、電気信号として制御装置38に送られる。この制御装置38には、補助エアバルブ32、33の開閉を切り換えるためのオンオフ入力スイッチ39と、現在のプロセス状況を画面表示する画面表示部40とが接続されている。制御装置38は、MFM35、濃度センサ36、37の各検出信号及び入力スイッチ39の指示信号を入力し、所定の処理を行い、その処理結果を電気信号としてMFC23、28、29、補助エアバルブ32、33及び画面表示部40に出力する。なお、MFC23は、何らかの指示があったとき以外は、常にオン状態となるように制御装置38により制御される。また、図3には示していないが、制御装置38は、複数の温度センサ10の検出値に基づいて複数の加熱ランプ9を制御し、ウェハWの温度制御を行う機能も有している。このような制御装置38の処理機能の詳細を図4に示す。

【0045】同図において、制御装置38は、補助エアバルブ切換設定部38aと、酸素含有ガス供給流量設定部38bと、プロセス続行・中止判断部38cとを有している。補助エアバルブ切換設定部38aは、入力スイッチ39からの指示信号を入力し、指示信号がオフのときは、補助エアバルブ32を開状態、補助エアバルブ33を閉状態にするような設定信号を補助エアバルブ32、33に出力し、指示信号がオンのときは、補助エアバルブ32を閉状態、補助エアバルブ33を開状態にするような設定信号を補助エアバルブ32、33に出力する。このように入力スイッチ39をオン・オフにするだけで補助エアバルブ32、33の開閉が自動的に切り換わるので、オペレータは補助エアバルブ32、33の両方を手動操作する必要が無く、オペレータの負担が軽減する。

【0046】酸素含有ガス供給流量設定部38bは、MFM35の検出値に基づいてMFC28、29を制御

し、ウェハ裏面側閉空間S_a内に供給されるO₂ガス及びN₂ガスの流量を制御する。ここでは、酸素含有ガス供給流量設定部38bは、ウェハ裏面側閉空間S_a内に供給される酸素含有ガスの流量とウェハ裏面側閉空間S_a内から排出されるガスの流量との差分を所定値にするための設定信号を生成してMFC28、29に出力する。なお、上記の酸素含有ガス供給流量設定部38bの機能は、制御装置38ではなく、MFM35またはMFC28、29に設けても良い。

【0047】プロセス続行・中止判断部38cは、濃度センサ36、37の各検出値を入力し、ウェハ裏面側閉空間S_a内から排出されるガス中の酸素濃度及びウェハ表面側空間S_b内から排出されるガス中の酸素濃度がそれぞれ予め決められた規格内にあるかどうかを判断する。そして、ウェハ裏面側閉空間S_a内から排出されるガス中の酸素濃度が対応する規格から外れるか、あるいはウェハ表面側空間S_b内から排出されるガス中の酸素濃度が対応する規格を超えた時点で、ウェハWの加熱処理を中止すべく、プロセス中止信号をMFC28、29に出力し、処理チャンバ2内に酸素含有ガスが供給されないようにする。なお、上記のプロセス中止信号を各加熱ランプ9に送出し、全加熱ランプ9の出力をオフにしてもよい。また、プロセス続行・中止判断部38cは、プロセス中止信号を画面表示部40にも出力し、プロセス中止情報を画面表示部40に表示させ、場合によっては警報を発生させる。これにより、オペレータは、画面表示部40を見たり、警報音を聞くことにより、プロセスが中止になったことを知ることができる。

【0048】次に、以上のように構成した熱処理装置1を用いてウェハWを1枚ずつ熱処理する手順について、図5のタイムチャートを用いて説明する。まず本処理を行う前に、基板支持部材3にウェハWを支持して処理チャンバ2内にウェハ裏面側閉空間S_a及びウェハ表面側空間S_bを形成し、ガス流量の初期調整を行う。ここで、基板支持部材3にウェハWが支持されているときには、ウェハ裏面側閉空間S_a内が加圧されてもウェハWの自重により当該空間S_a内が実質的に閉状態に維持されるようになっている。なお、基板支持部材3にウェハWをクランプする部材を設け、ウェハWを強制的に基板支持部材3に密着させてウェハ裏面側閉空間S_aを維持させてもよい。

【0049】ガス流量の初期調整を行うときは、まずエアバルブ22、27、31を開状態にすると共に、入力スイッチ39をオンにして、補助エアバルブ33を開状態にし、補助エアバルブ32を閉状態にする。また、MFC29を稼働させる。これにより、処理チャンバ2内におけるウェハ表面側空間S_bにN₂ガスが供給されると共に、ウェハ裏面側閉空間S_aにN₂ガスが供給され、処理チャンバ2内にプロセス雰囲気形成される。このとき、ウェハ裏面側閉空間S_a内は、ウェハWの自

重等により実質的に閉状態に維持されているため、ウェハ裏面側閉空間S a内からウェハ表面側空間S bに漏れるガスはほとんど無い。

【0050】そして、MFM35の検出値を監視しながら、ウェハ裏面側閉空間S a内に供給されるガスの流量がウェハ裏面側閉空間S aから排出されるガスの流量よりも少なくなるように、ニードルバルブ30によりウェハ裏面側閉空間S aからのガスの排出流量を制御する。これにより、基板支持部材3とウェハWとの間に形成されたわずかな間隙を通して、ウェハ表面側空間S b内の N_2 ガスがウェハ裏面側閉空間S a内に流れ込み、強制的な流体の閉空間が作られる。

【0051】上記の初期調整が終了したら、入力スイッチ39をオフにして、補助エアバルブ32を開状態、補助エアバルブ33を閉状態としてから、実際のウェハWの熱処理を実行する。まず、搬送ロボット（図示せず）により処理すべきウェハWが処理チャンバ2内に搬送される。その後、 t_1 時間経過すると、リフト部材7により3本の支持ピン8が上昇してウェハWを持ち上げ、その後支持ピン8が下降し、ウェハWが基板支持部材3のリングフレーム6上に載置される。

【0052】その後、 t_2 時間経過すると、以下の熱処理プロセスが開始される。まず、制御装置38からMFC28、29に所定の流量設定信号が送出される。すると、ウェハ裏面側閉空間S a内に酸素含有ガスが供給される。このとき、ニードルバルブ30は、ウェハ裏面側閉空間S a内に供給される酸素含有ガスの流量がウェハ裏面側閉空間S a内から排出されるガスの流量よりも少なくなるように制御されているため、ウェハ表面側空間S b内の N_2 ガスの一部がウェハ裏面側閉空間S a内に引き込まれることになり、これにより、ウェハ裏面側閉空間S a内の O_2 ガスがウェハ表面側空間S bに入り込むことはほとんど無い。なお、ここでは、酸素含有ガス中の O_2 ガスと N_2 ガスを同時にウェハ裏面側閉空間S a内に供給しているが、まず N_2 ガスを供給し、所定時間経過してから O_2 ガスを供給するようにしてもよい。

【0053】上記のプロセスガス及び酸素含有ガスの供給とほぼ同時に、駆動手段（図示せず）により基板支持部材3を回転駆動させてウェハWを回転させると共に、複数の加熱ランプ9を点灯させる。これにより、ウェハWの温度は、図5に示すように、室温（25℃）から徐々に上昇していく。そして、 t_3 時間経過した時点で、ウェハWの温度が750℃程度に達し、ウェハWの裏面に、自然酸化膜であるシリコン亜酸化物 SiO の昇華を抑える二酸化珪素 SiO_2 の酸化膜が形成される。その後、 t_4 時間経過した時点で、ウェハWの温度が1000℃に達する。

【0054】その後、 t_5 時間経過すると、熱処理プロセスが終了する。つまり、ウェハWの回転を停止させ、複数の加熱ランプ9の温度がウェハ搬出温度（750

℃）となるように制御されると共に、制御装置38からMFC28、29に流量ゼロ信号が送出され、処理チャンバ2内への酸素含有ガスの供給が終了する。これにより、ウェハWの温度は、ほぼ750℃まで徐々に下降していく。その後、 t_6 時間経過すると、搬送ロボット

（図示せず）によりウェハWが処理チャンバ2の外部に取り出される。

【0055】以上のようなウェハWの熱処理において、ニードルバルブ30にガス中の粒子等が付着・堆積すると、ウェハ裏面側閉空間S a内から排出されるガスの流量とウェハ裏面側閉空間S a内に供給される酸素含有ガスの流量との差が所定値よりも小さくなり、その結果、ウェハ裏面側閉空間S a内の O_2 ガスがウェハ表面側空間S bに入り込んでしまう恐れがある。このような事を防止するためには、定期的に入力スイッチ39をオンにして、ウェハ裏面側閉空間S a内から排出されたガスがMFM35を通るようにする。この場合には、ウェハ裏面側閉空間S a内から排出されるガスの流量とウェハ裏面側閉空間S a内に供給される酸素含有ガスの流量との差が所定値になるように、酸素含有ガスの供給流量が自動的に制御されるため、 O_2 ガスがウェハWの表面側に回り込むことが回避される。

【0056】次に、以上のような熱処理装置1による熱処理において、ウェハ裏面側閉空間S a内に酸素含有ガスを供給する際に必要とする酸素濃度について説明する。

【0057】図6に、ウェハ裏面側閉空間S a内のガス中の酸素濃度とウェハW内のリン濃度及びウェハW裏面に形成された酸化膜 SiO_2 の膜厚との関係の一例を示す。同図において、実線Aは、ガス中の酸素濃度とウェハW裏面に形成された酸化膜 SiO_2 の膜厚の変化分

（縦軸左側を参照）との関係を示し、一点鎖線Bは、ガス中の酸素濃度と熱処理後におけるウェハW内のリン濃度（縦軸右側を参照）との関係を示している。また、図中の点線Cは、熱処理前におけるウェハW内のリン濃度（縦軸右側を参照）を示している。なお、ガス中の酸素濃度は760 Torr下での濃度であり、またプロセスタイム（プロセス開始からプロセス終了までの時間）は60秒としてある。

【0058】図6から分かるように、ガス中の酸素濃度がゼロのときは、熱処理による酸化膜 SiO_2 の膜厚の変化分は-3.3Aである。また、熱処理後のウェハW内のリン濃度は $2.19E20$ であり、熱処理により $1.01E20$ に対応する分のリンがウェハWから外部拡散されることになる。次いで、ガス中の酸素濃度が0.05%（500 ppm）のときは、熱処理による酸化膜 SiO_2 の膜厚の変化分は8.3Aであり、酸素ガスを添加しない場合に比べて増大する。また、熱処理後のウェハW内のリン濃度は $11.7E20$ であり、熱処理によりウェハWから外部拡散するリンは $0.5E20$

に対応する分となり、酸素ガスを添加しない場合に比べて大幅に低減される。次いで、ガス中の酸素濃度が1%のときは、熱処理による酸化膜 SiO_2 の膜厚の変化分は32Åであり、酸素濃度が0.05%の時に比べて更に増大する。また、熱処理後のウェハW内のリン濃度は 1.2×10^{20} であり、酸素濃度が0.05%の時に比べて、熱処理によりウェハWから外部拡散するリンはわずかに少なくなるだけである。

【0059】上記の結果により、ガス中の酸素濃度が500ppm以上となるようにウェハ裏面側閉空間Sa内に酸素含有ガスを供給すると、熱処理によるリンの外部拡散が効果的に抑制される。しかし、ガス中の酸素濃度が高すぎると、ウェハ裏面側閉空間Sa内の酸素ガスがウェハWの表面側に回り込んだときに、ウェハWの表面処理に悪影響を与える可能性がある。また、ガス中の酸素濃度が低すぎると、ウェハWの裏面に形成される酸化膜 SiO_2 の膜厚が薄くなり、拡散抑制効果を十分に発揮できなくなる可能性がある。したがって、図6の例では、ガス中の酸素濃度が500ppm程度となるように酸素含有ガスをウェハ裏面側閉空間Sa内に供給するのが、最も好ましいと考えられる。

【0060】図7に、ウェハ裏面側閉空間Sa内のガス中の酸素濃度とウェハ表面側空間Sb内のガス中の酸素濃度との関係の一例を示す。同図において、細実線eは、酸素ガスの供給流量を1sccmとしたときのウェハ裏面側閉空間Sa内の酸素濃度（縦軸左側を参照）を示し、太実線Eは、その時のウェハ表面側空間Sb内の酸素濃度（縦軸右側を参照）を示している。また、細実線fは、酸素ガスの供給流量を2sccmとしたときのウェハ裏面側閉空間Sa内の酸素濃度を示し、太実線Fは、その時のウェハ表面側空間Sb内の酸素濃度を示し、細実線gは、酸素ガスの供給流量を5sccmとしたときのウェハ裏面側閉空間Sa内の酸素濃度を示し、太実線Gは、その時のウェハ表面側空間Sb内の酸素濃度を示している。なお、ここでは、ウェハ裏面側閉空間Sa内に供給される窒素ガスの流量は全て1slm、ウェハ裏面側閉空間Sa内から排出されるガスの流量は全て2slm、ウェハ表面側空間Sb内に供給される窒素ガス（プロセスガス）の流量は全て10slmとしてある。

【0061】図7から分かるように、例えば酸素ガスの供給流量を2sccmとした場合、加熱ランプ9を点灯した後の定常状態では、ウェハ裏面側閉空間Sa内のガス中の酸素濃度が800ppmとなっており（細実線f参照）、その時、ウェハ表面側空間Sb内のガス中の酸素濃度は2ppm以下に保持されている（太実線F参照）。したがって、ウェハ裏面側閉空間Sa内のガス中の酸素濃度が上述したように500ppmとなるように酸素ガスを添加した場合には、ウェハ表面側空間Sb内のガス中の酸素濃度は2ppm以下に保持されることに

なり、この程度であれば、ウェハWの熱処理に悪影響を与えることはほとんど無い。

【0062】次に、熱処理時においてウェハ裏面側閉空間Sa内に酸素ガスを添加したときと酸素ガスを添加しないときの、ウェハWのシート抵抗特性及びその均一性特性の一例を図8に示す。ここで、図8(a)は酸素ガスを添加しないときの特性を示し、図8(b)は酸素ガスを添加したときの特性を示している。

【0063】図8(a)において、実線Jは、ウェハWの処理枚数とその時のウェハWのシート抵抗（縦軸左側を参照）を示し、1点鎖線Kは、ウェハWの処理枚数とその時のウェハWのシート抵抗の均一性（縦軸右側を参照）を示している。なお、ここでは、処理チャンバ2内の圧力を765Torr、プロセス温度を1000℃、プロセスタイムを10秒とし、ウェハ表面側空間Sb内に供給される窒素ガスの流量を5slmとしている。また、ウェハWに対するイオン注入条件としては、ドーパントを BF_2 、加速電圧を20kV、ドーズ量を $5 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^2$ としている。

【0064】ウェハ裏面側閉空間Sa内に酸素ガスを添加しない場合には、ウェハWの抵抗制御のために添加されたドーパントがウェハWの裏面から発生すると共に、ウェハWの裏面のシリコン亜酸化物 SiO が昇華し、それらの拡散物質が処理チャンバ2のベース部2aや基板支持部材3、温度センサ11の端子等に付着・堆積することが確認された。これに伴い、図8(a)に示すように、ウェハWのシート抵抗及びその均一性が徐々に低下していくプロセスシフトが確認され、具体的には50枚のウェハWを処理した時点でのシート抵抗の偏差が±1.42%であった。

【0065】一方、図8(b)において、実線Mは、ウェハWの処理枚数とその時のウェハWのシート抵抗（縦軸左側を参照）を示し、1点鎖線Nは、ウェハWの処理枚数とその時のウェハWのシート抵抗の均一性（縦軸右側を参照）を示している。なお、ここでは、プロセス温度を1000℃、プロセスタイムを10秒とし、またウェハ表面側空間Sb内に供給される窒素ガスの流量を5slm、ウェハ裏面側閉空間Sa内に供給される酸素ガスの流量を1sccm、ウェハ裏面側閉空間Sa内に供給される窒素ガスの流量を1slmとし、この時のウェハ裏面側閉空間Sa内のガス中の酸素濃度が450ppmとなっている。また、ウェハWに対するイオン注入条件としては、ドーパントをホウ素(B)、加速電圧を5kV、ドーズ量を $1 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^2$ としている。

【0066】ウェハ裏面側閉空間Sa内に酸素ガスを添加した場合には、ウェハWを50枚熱処理した時点では、ウェハWの裏面から生じる拡散物質が処理チャンバ2のベース部2aや基板支持部材3、温度センサ11の端子等に付着することがほとんど確認されず、ウェハ裏

面側閉空間S a内は清浄な状態に保たれた。また、図8 (b)に示すように、ウェハWの熱処理に伴うウェハWのシート抵抗及びその均一性の低下が抑えられ、具体的には50枚のウェハWを処理した時点でのシート抵抗の偏差が±0.35%であり、酸素ガスを添加しない場合に比べて大幅に改善された。

【0067】次に、ウェハ裏面側閉空間S a内に酸素ガスを添加した状態で、1000枚のウェハWを熱処理したときの、ウェハWのシート抵抗特性及びその均一性特性の一例を図9に示す。同図において、実線Pは、ウェハWの処理枚数とその時のウェハWのシート抵抗（縦軸左側を参照）を示し、1点鎖線Qは、ウェハWの処理枚数とその時のウェハWのシート抵抗の均一性（縦軸右側を参照）を示している。なお、ここでは、プロセス温度を1000℃、プロセスタイムを10秒とし、またウェハ表面側空間S b内に供給される窒素ガスの流量を10slm、ウェハ裏面側閉空間S a内に供給される酸素ガスの流量を2sccm、ウェハ裏面側閉空間S a内に供給される窒素ガスの流量を1slm、MFM35を通過するガスの排出流量を3slmとしている。また、ウェハWに対するイオン注入条件としては、ドーパントをBF₂、加速電圧を10kV、ドーズ量を1E15atm s/cm²としている。

【0068】図9から分かるように、ウェハWを1000枚処理した時点でのシート抵抗の偏差が±0.3%であり（実線P参照）、これだけ多くのウェハWを処理しても安定した状態が保たれている。

【0069】以上のように本実施形態にあっては、ウェハWの熱処理時に、ウェハ裏面側閉空間S a内に酸素ガスを供給するようにしたので、ウェハWの裏面が改質され、SiOの昇華やリン等のドーパントの発生といったウェハW裏面からの外部拡散が抑えられ、処理チャンバ2のベース部2aや温度センサ10の端子等への拡散物質の付着・堆積が低減される。したがって、ウェハWの温度制御のための測定系が安定するようになり、温度の再現性が向上し、結果としてプロセスの安定性が向上する。また、ウェハ裏面側閉空間S a内が清浄な状態に保たれるため、発塵が抑制され、これによりパーティクルの発生が少なくなり、歩留まりが向上する。

【0070】また、ウェハ裏面側閉空間S a内からのガスの排出流量がウェハ裏面側閉空間S a内への酸素含有ガスの供給流量よりも多くなるようにニードルバルブ31またはMFC28, 29を操作するようにしたので、ウェハ裏面側閉空間S a内の酸素ガスがウェハ表面側空間S b内に入り込んでウェハWの表面処理に悪影響を及ぼすことが防止され、ウェハWの表面の雰囲気制御が安定に保たれる。

【0071】このとき、ガス排出系19に排出ラインを2系統設け、通常の熱処理時には、ウェハ裏面側閉空間S a内からの排出ガスがフィルタ34やMFM35を通

らないようにしたので、フィルタ34やMFM35の寿命が長くなり、これらを頻繁に交換する必要がなくなる。

【0072】また、濃度センサ36, 37によりウェハ裏面側閉空間S a内のガス中の酸素濃度ガス及びウェハ表面側空間S b内のガス中の酸素濃度を監視し、これらの酸素濃度のいずれか一方が対応する規格から外れると、プロセスを強制的に自動停止させるようにしたので、ガス中の酸素濃度が高すぎることでウェハWの表面処理に悪影響を及ぼしたり、酸素濃度が低すぎることでウェハWの裏面に形成される酸化膜SiO₂の膜厚が薄くなることが防止される。

【0073】さらに、ガス供給口16及びガス排出口17を、処理チャンバ2のベース部2aにセンサ設置領域を挟むように設けたので、各温度センサ10の端子部に閉塞物が存在しても、その閉塞物は酸素含有ガスと一緒に流されてガス排出口17から排出される。従って、温度センサ10による温度検出の安定性が向上する。

【0074】以上、本発明の好適な実施形態について説明してきたが、本発明は上記実施形態に限定されないことは言うまでもない。例えば、上記実施形態では、改質層形成用ガスとして、ウェハWの裏面に酸化膜SiO₂を形成するための酸素ガスを使用した。ウェハWの裏面に窒化膜または酸化窒化膜を形成するためのガスを使用してもよい。このようなガスとしては、例えば、SiN_xを形成するためのアンモニアガス（NH₃ガス）あるいはSiO_xN_yを形成するための一酸化窒素ガス（NOガス）や一酸化二窒素ガス（N₂Oガス）等が考えられる。また、ウェハ裏面側閉空間S a内に供給するガスとして、酸素ガスと窒素ガスの混合ガスを使用した。特にこれに限られず、酸素ガス等の改質膜形成用ガスとArガス等の不活性ガスとの混合ガスを使用してもよい。

【0075】また、上記実施形態では、ガス排出系19にニードルバルブ31を設けると共に、ガス供給系18にMFC28, 29を設けたが、ニードルバルブ31及びMFC28, 29のいずれか一方のみ設けてもよく、あるいはウェハWの自重等によりウェハ裏面側閉空間S a内の酸素含有ガスがウェハ表面側空間S bにほとんど漏れないような場合には、そのような手段は特に無くてもかまわない。また、入力スイッチ39により補助エアバルブ32, 33の開閉を切り換えるようにしたが、そのような入力スイッチ39は設けずに、補助エアバルブ32, 33の開閉を手動で個々に切り換えるようにしてもよい。また、ガス排出系19に2本の排出ラインを設けたが、排出ラインは1本であつてもよい。さらに、濃度センサ36, 37によりウェハ裏面側閉空間S a内のガス中の酸素濃度及びウェハ表面側空間S b内のガス中の酸素濃度を監視するようにしたが、そのような濃度センサは必ずしも2個設ける必要はなく、場合によっては無くてもかまわない。

【0076】また、上記実施形態は熱処理装置について説明したものであるが、本発明は、基板支持部材に基板が支持されたときに、基板の裏面側に実質的に閉じられた閉空間が形成され、かつ基板を加熱する加熱手段を備えたものであれば、CVD装置等の半導体製造装置にも適用できる。このとき、基板の裏面側に閉空間を形成できるのであれば、処理チャンバ内の圧力は、真空減圧されていてもよく、常圧状態または加圧状態（例えば800 torr）であってもよい。

【0077】

【発明の効果】本発明によれば、基板支持部材に基板を支持した後、第1のガスとは別に、改質層形成用ガスを含む第2のガスを閉空間内に供給するようにしたので、基板の裏面が改質され、これにより基板の裏面からの外部拡散が低減し、処理チャンバの壁部や各種測定系に付着・堆積する拡散物質が少なくなる。したがって、ウェハWの温度制御のための測定系が安定し、熱処理条件の温度再現性が良好になり、結果としてプロセスの安定性が向上する。また、処理チャンバ内が清浄な状態に保たれると共に、異物の発生が抑制される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る半導体製造装置として熱処理装置の一部断面を示す斜視図である。

【図2】図1に示す熱処理装置における処理チャンバを含む部位を示す断面図である。

【図3】図1に示す熱処理装置におけるガス供給系の構成図である。

【図4】図3に示す制御装置の制御機能を示す図である。

【図5】図1に示す熱処理装置を用いて熱処理を行う動作シーケンスとウェハ温度との関係を示すタイムチャートである。

【図6】ウェハ裏面側閉空間内のガス中の酸素濃度とウェハ内のリン濃度及びウェハ裏面に形成された酸化膜S

i O₂の膜厚との関係の一例を示す図である。

【図7】ウェハ裏面側閉空間内のガス中の酸素濃度とウェハ表面側空間内のガス中の酸素濃度との関係の一例を示す図である。

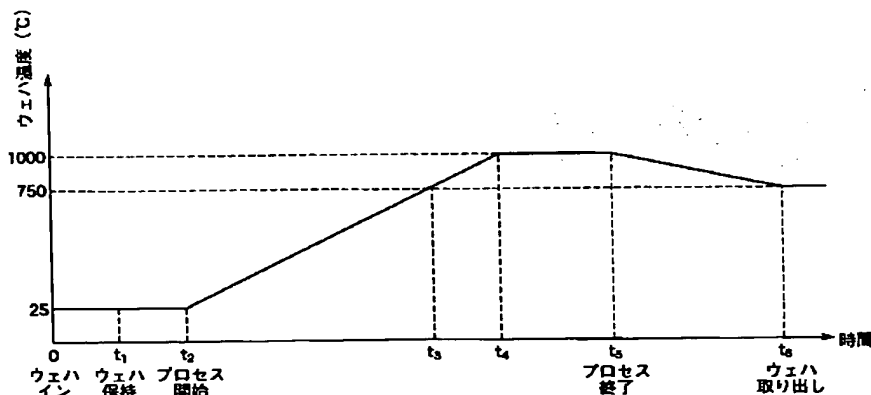
【図8】熱処理時においてウェハ裏面側閉空間内に酸素ガスを添加したときと酸素ガスを添加しないときの、ウェハのシート抵抗特性及びその均一性特性の一例を示す図である。

【図9】ウェハ裏面側閉空間内に酸素ガスを添加した状態で、1000枚のウェハの熱処理を行ったときの、ウェハのシート抵抗特性及びその均一性特性の一例を示す図である。

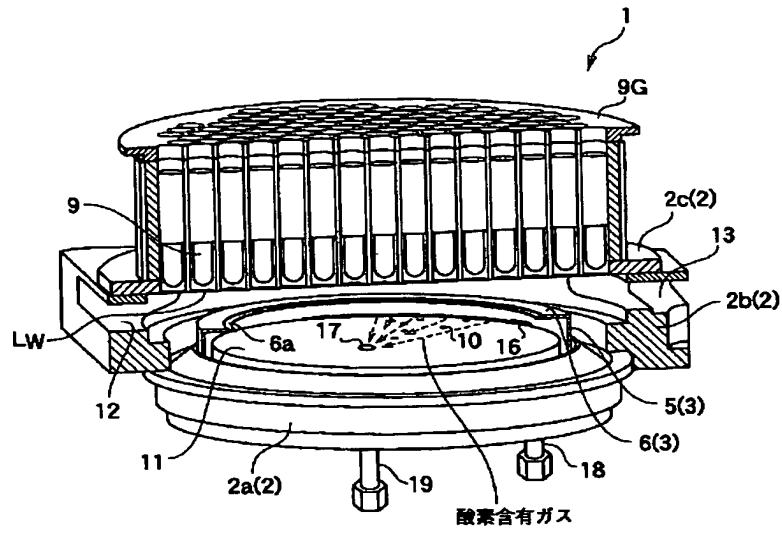
【符号の説明】

1…熱処理装置（半導体製造装置）、2…処理チャンバ、2a…ベース部、3…基板支持部材、9…加熱ランプ（加熱手段）、10…温度センサ（センサ手段）、12…ガス供給口（第1のガス供給手段）、13…ガス排出口（第1のガス供給手段）、14…ガス供給系（第1のガス供給手段）、15…ガス排出系（第1のガス供給手段）、16…ガス供給口（第2のガス供給手段）、17…ガス排出口（第2のガス供給手段）、18…ガス供給系（第2のガス供給手段）、19…ガス排出系（第2のガス供給手段）、28、29…マスフローコントローラ（供給流量制御手段）、30…ニードルバルブ（バルブ手段）、32…補助エアバルブ（第1の開閉弁）、33…補助エアバルブ（第2の開閉弁）、35…マスフローメータ（流量検出手段）、36、37…濃度センサ、38…制御装置、38a…補助エアバルブ切換設定部（設定手段）、38b…酸素含有ガス供給流量設定部、38c…プロセス続行・中止判断部、39…入力スイッチ（設定手段）、40…画面表示部（表示手段）、Sa…ウェハ裏面側閉空間（閉空間）、Sb…ウェハ表面側空間、W…ウェハ（基板）。

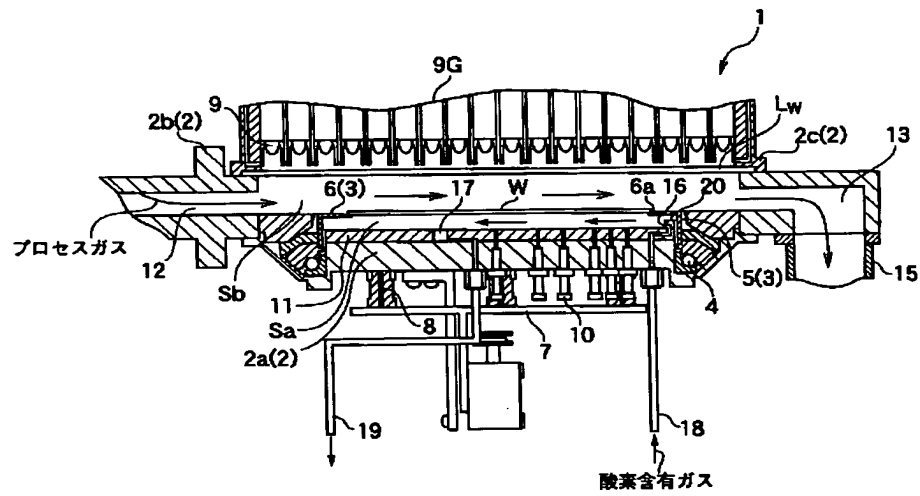
【図5】



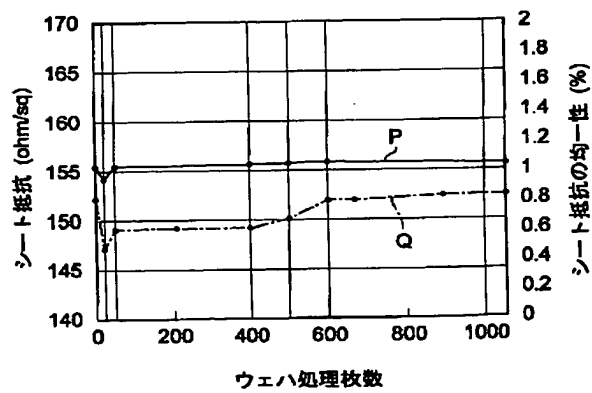
【図1】



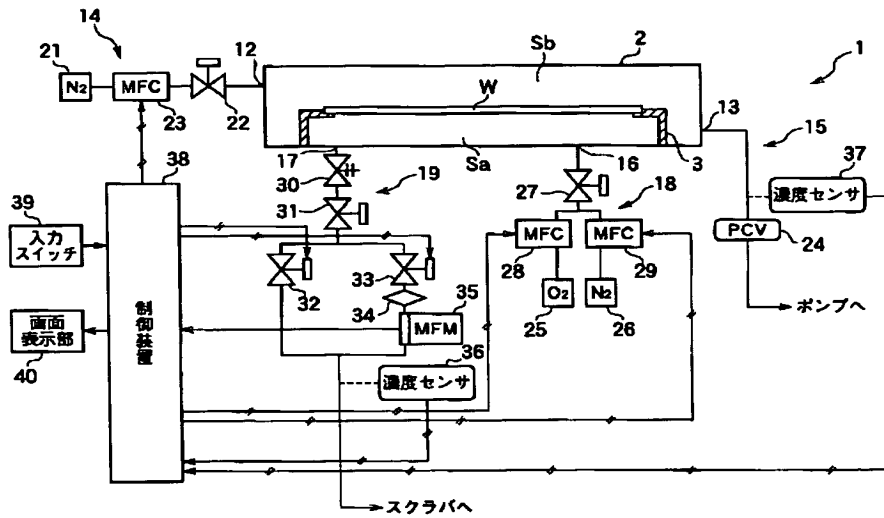
【図2】



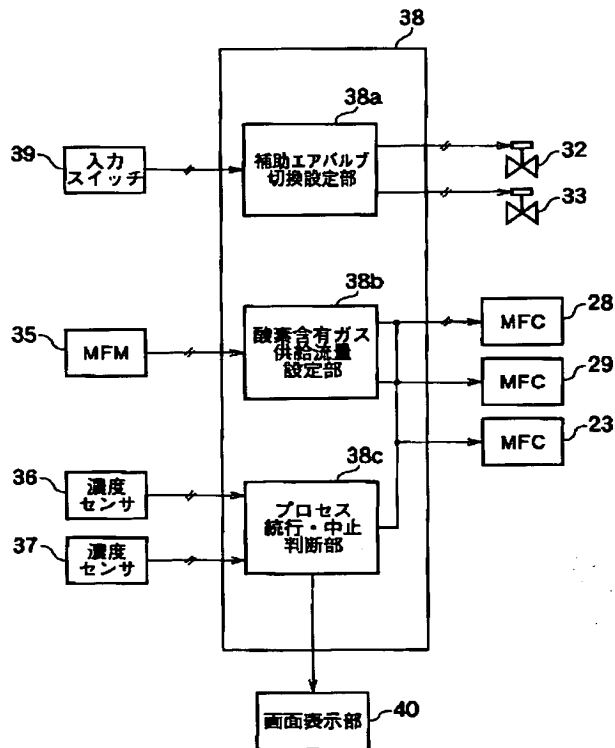
【図9】



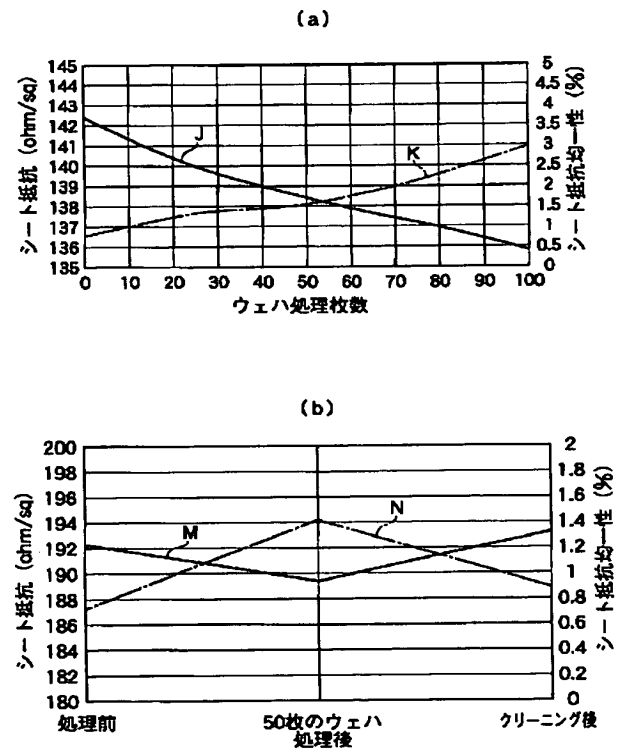
【図3】



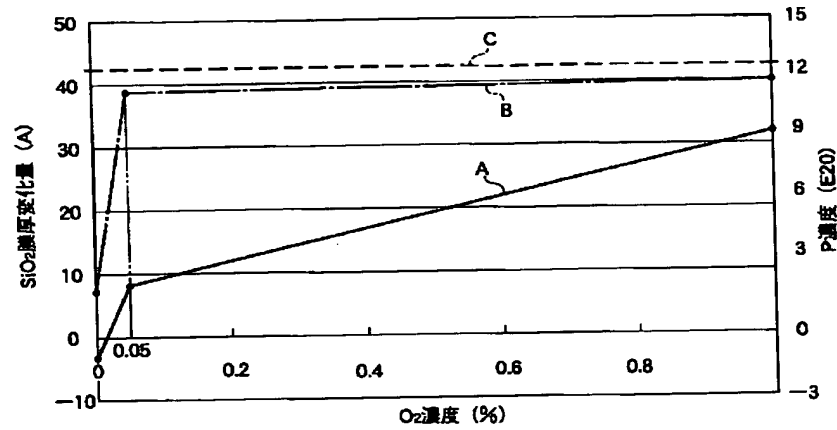
【図4】



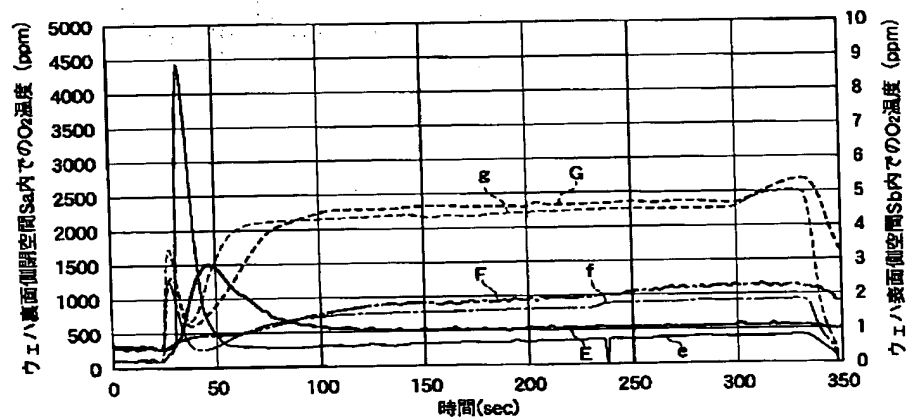
【図8】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 川居 一郎
千葉県成田市新泉14-3 野毛平工業団地内
アプライド マテリアルズ ジャパン
株式会社内

(72)発明者 前田 祐二
千葉県成田市新泉14-3 野毛平工業団地内
アプライド マテリアルズ ジャパン
株式会社内

F ターム(参考) 5F045 AB32 AB33 AB34 AC11 AC12
AF03 BB06 DP04 EE12 EE17
EK11 GB07